



(19)

(11) Publication number: 2001047626 A

Generated Document

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 11222064

(51) Intl. Cl.: B41J 2/045 B41J 2/055 B41J 2/16

(22) Application date: 05.08.99

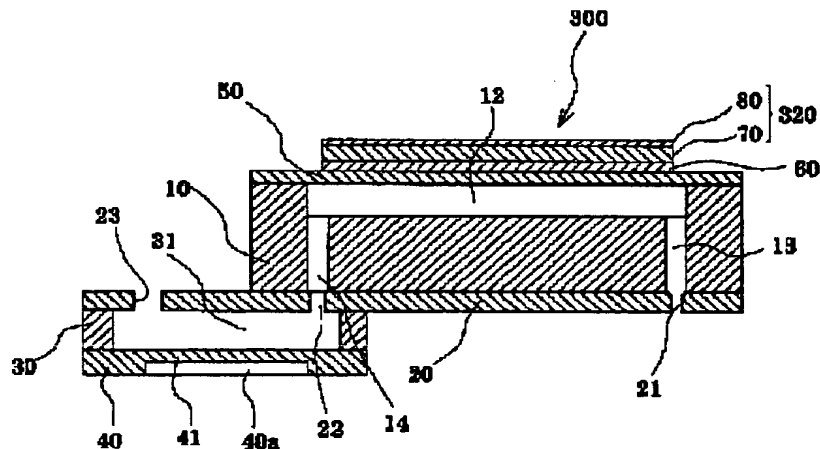
|                                       |          |                                  |
|---------------------------------------|----------|----------------------------------|
| (30) Priority:                        |          | (71) Applicant: SEIKO EPSON CORP |
| (43) Date of application publication: | 20.02.01 | (72) Inventor: MATSUZAWA AKIRA   |
| (84) Designated contracting states:   |          | (74) Representative:             |

## (54) INK JET RECORDING HEAD, MANUFACTURE THEREOF, AND INK JET RECORDER

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a high density ink jet recording head in which crosstalk is reduced between respective pressure generating chambers.

**SOLUTION:** The ink jet recording head comprises a single crystal silicon substrate 10 defining a pressure generating chamber 12 communicating with a nozzle opening 21, and a piezoelectric element 300 provided in a region facing the pressure generating chamber 12 through a diaphragm 50 constituting a part of the pressure generating chamber 12 and generating pressure variation therein, wherein the pressure generating chamber 12 is formed without penetrating the single crystal silicon substrate 10 by etching it anisotropically and the piezoelectric element 300 comprises a thin film formed by film deposition or lithography.



COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-47626

(P2001-47626A)

(43)公開日 平成13年2月20日(2001.2.20)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターマコード\* (参考)

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A 2 C 0 5 7  
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平11-222064

(22)出願日

平成11年8月5日(1999.8.5)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 松沢 明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100101236

弁理士 栗原 浩之

Fターム(参考) 2C057 AF34 AF40 AF93 AG42 AG44

AP11 AP14 AP33 AP34 AP37

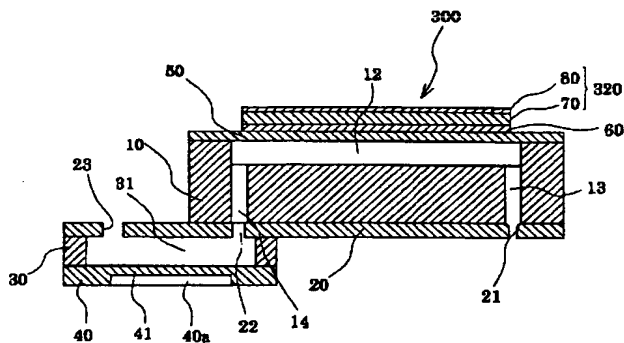
AP52 AP57 AQ02 BA04 BA14

(54)【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置

(57)【要約】

【課題】 高密度且つ各圧力発生室間のクロストークを低減したインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口21に連通する圧力発生室12が画成されるシリコン単結晶基板10と、前記圧力発生室12の一部を構成する振動板50を介して前記圧力発生室12に対向する領域に設けられて前記圧力発生室内12に圧力変化を生じさせる圧電素子300とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室12が前記シリコン単結晶基板10を異方性エッチングすることにより当該シリコン単結晶基板10を貫通することなしに形成され且つ前記圧電素子300を成膜及びリソグラフィ法により形成された薄膜により構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室が画成されるシリコン単結晶基板と、前記圧力発生室の一部を構成する振動板を介して前記圧力発生室に対向する領域に設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより前記シリコン単結晶基板を貫通することなしに形成され且つ前記圧電素子が成膜及びリソグラフィ法により形成された薄膜により構成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1～3 の何れかにおいて、前記圧力発生室が、前記シリコン単結晶基板の両面に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1～4 の何れかにおいて、前記圧電素子を構成する前記薄膜は、前記圧力発生室に設けられると共に最終的に除去される犠牲層上に形成された薄膜であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1～5 の何れかにおいて、前記圧力発生室と前記ノズル開口とを連通するインク流路を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 請求項 1～6 の何れかにおいて、前記圧力発生室の深さが、 $20\mu\text{m}$  から  $100\mu\text{m}$  の間であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 8】 請求項 1～7 の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項 9】 シリコン単結晶基板に形成された圧力発生室に対向する領域に振動板を介して前記圧力発生室に圧力変化を発生させる圧電素子を形成するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、  
前記シリコン単結晶基板に、その厚さ方向に貫通しない前記圧力発生室を形成する工程と、前記圧力発生室に犠牲層を充填する工程と、前記犠牲層側の前記シリコン単結晶基板上に前記振動板を形成すると共に前記圧力発生室に対向する領域に前記圧電素子を形成する工程と、前記圧力発生室に充填した前記犠牲層を除去する工程とを有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 請求項 9 において、前記犠牲層を除去する工程は、前記シリコン単結晶基板の一側面と前記圧力発生室とを連通するインク流路を形成し、該インク流

路を介してウェットエッチングにより行うことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 請求項 9 又は 10 において、前記圧力発生室に前記犠牲層を充填する工程は、前記圧力発生室に対応する領域に少なくとも前記圧力発生室の深さと略同一の深さで前記犠牲層を形成する工程と、前記圧力発生室以外の前記犠牲層をポリッシングによって除去する工程とを含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

10 【請求項 12】 請求項 11 において、前記犠牲層をジェットモールドイング法によって形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 請求項 9～12 の何れかにおいて、前記犠牲層は、リンドープ酸化シリコン (PSG)、ボロン・リンドープ酸化シリコン (BPSG)、酸化珪素 ( $\text{SiO}_x$ ) 及び窒化珪素 ( $\text{SiN}_x$ ) からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

20 【請求項 14】 請求項 9～13 の何れかにおいて、前記振動板として絶縁層を形成すると共に、該絶縁層上に下電極、圧電体層及び上電極層を順次積層形成し、パターンニングすることにより前記圧電素子を形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 15】 請求項 9～14 において、前記圧力発生室及び前記インク流路を異方性エッチングによって形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部に振動板を介して圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの 2 種類が実用化されている。

50 【0003】前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

## 3

【0004】これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、圧力発生室を高密度で配列した場合、各圧力発生室間の隔壁の厚さが薄くなることによって隔壁の剛性が不足し、各圧力発生室間のクロストークが発生する。

【0008】一方、縦振動モードの圧電アクチュエータでは、圧力発生室の振動板側に幅広部を設け、それ以外の部分の圧力発生室の幅を小さくして隔壁の厚さを大きくする構造が考えられているが、この場合には、圧力発生室の幅広部の加工や貼り合わせ等の作業が必要で作業性及び精度が問題である。

【0009】本発明はこのような事情に鑑み、高密度且つ各圧力発生室間のクロストークを低減したインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が画成されるシリコン単結晶基板と、前記圧力発生室の一部を構成する振動板を介して前記圧力発生室に対向する領域に設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより当該シリコン単結晶基板を貫通することなしに形成され且つ前記圧電素子が成膜及びリソグラフィ法により形成された薄膜により構成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0011】かかる第1の態様では、圧力発生室が流路形成基板を貫通することなく形成されているため、圧力発生室を区画する隔壁の剛性が維持され、クロストークが抑えられると共に高密度のノズル開口を有するインク

## 4

ジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0012】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】かかる第2の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が優先配向している。

【0014】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】かかる第3の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が柱状となっている。

【0016】本発明の第4の態様は、第1～3の何れかの態様において、前記圧力発生室が、前記シリコン単結晶基板の両面に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】かかる第4の態様では、圧力発生室の隔壁の剛性を損なうことなく、圧力発生室を高密度に配設できるため、ヘッドの高密度化が可能である。

【0018】本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記圧電素子を構成する前記薄膜は、前記圧力発生室に設けられると共に最終的に除去される犠牲層上に形成された薄膜であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第5の態様では、犠牲層が圧力発生室に充填されることにより、圧力発生室に対向する領域に薄膜プロセスで圧電素子を容易に形成することができる。

【0020】本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記圧力発生室と前記ノズル開口とを連通するインク流路を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第6の態様では、圧力発生室からインク流路及びノズル開口を介してインクが吐出される。

【0022】本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記圧力発生室の深さが、20 $\mu$ mから100 $\mu$ mの間であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第7の態様では、圧力発生室を所定の深さで形成することにより、隔壁の剛性が維持される。

【0024】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0025】かかる第8の態様では、ヘッドのインク吐出性能を向上すると共に高密度化したインクジェット式記録装置を実現することができる。

【0026】本発明の第9の態様は、シリコン単結晶基板に形成された圧力発生室に対向する領域に振動板を介して前記圧力発生室に圧力変化を発生させる圧電素子を

10

20

30

40

50

## 5

形成するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、前記シリコン単結晶基板に、その厚さ方向に貫通しない前記圧力発生室を形成する工程と、前記圧力発生室に犠牲層を充填する工程と、前記犠牲層側の前記シリコン単結晶基板上に前記振動板を形成すると共に前記圧力発生室に対向する領域に前記圧電素子を形成する工程と、前記圧力発生室に充填した前記犠牲層を除去する工程とを有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0027】かかる第9の態様では、圧力発生室を流路形成基板を貫通することなく比較的容易に形成することができる。

【0028】本発明の第10の態様は、第9の態様において、前記犠牲層を除去する工程は、前記シリコン単結晶基板の側面と前記圧力発生室とを連通するインク流路を形成し、該インク流路を介してウェットエッチングにより行うことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0029】かかる第10の態様では、インク流路を介してウェットエッチングすることにより、比較的容易且つ確実に犠牲層を除去することができる。

【0030】本発明の第11の態様は、第9又は10の態様において、前記圧力発生室に前記犠牲層を充填する工程は、前記圧力発生室に対応する領域に少なくとも前記圧力発生室の深さと略同一の深さで前記犠牲層を形成する工程と、前記圧力発生室以外の前記犠牲層をポリッシングによって除去する工程とを含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0031】かかる第11の態様では、圧力発生室内に犠牲層を容易且つ確実に充填することができる。

【0032】本発明の第12の態様は、第11の態様において、前記犠牲層をジェットモールドニング法によって形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0033】かかる第12の態様では、犠牲層を部分的に形成することができ、比較的容易に犠牲層を充填することができる。

【0034】本発明の第13の態様は、第9～12の何れかの態様において、前記犠牲層は、リンドープ酸化シリコン (PSG)、ボロン・リンドープ酸化シリコン (BPSG)、(SiOx) 及び窒化珪素 (SiNx) からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0035】かかる第13の態様では、犠牲層に所定の材料を用いることにより、容易且つ確実に除去することができる。

【0036】本発明の第14の態様は、第9～13の何れかの態様において、前記振動板として絶縁層を形成すると共に、該絶縁層上下電極、圧電体層及び上電極層を順次積層形成し、パターニングすることにより前記圧

## 6

電素子を形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0037】かかる第14の態様では、たわみ振動モードの圧電素子を比較的容易に形成できる。

【0038】本発明の第15の態様は、第9～14の何れかの態様において、前記圧力発生室及び前記インク流路を異方性エッチングによって形成することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0039】かかる第15の態様では、圧力発生室を高精度且つ高密度に形成することができる。

【0040】

【発明の実施の形態】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、インクジェット式記録ヘッドの1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0041】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶板からなる。流路形成基板10としては、通常、150 $\mu$ m～1mm程度の厚さのものが用いられる。

【0042】流路形成基板10の一方の面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより複数の隔壁により区画された圧力発生室12が形成されている。

【0043】この異方性エッチングは、ウェットエッチング又はドライエッチングの何れの方法を用いてもよく、シリコン単結晶板を厚さ方向に途中までエッチング（ハーフエッチング）することにより圧力発生室12は浅く形成されている。なお、ハーフエッチングはエッチング時間の調整により行われる。

【0044】また、各圧力発生室12の長手方向両端部の底部には、インクの流路となるインク連通路13、14が開口している。このインク連通路13、14は、圧力発生室12の幅より小さい径で他方面側まで貫通して設けられており、他方面側から異方性エッチングすることにより形成されている。

【0045】流路形成基板10のインク連通路13、14が開口する面には、各インク連通路13に連通するノズル開口21と、各インク連通路14に連通するインク供給連通路22とが穿設されたノズルプレート20が接着剤や熱溶着フィルムを介して接着されている。なお、ノズルプレート20は、厚さが例えば、0.1～1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5～4.5[ $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ]であるガラスセラミックスからなる。ノズルプレート20は、一方の面で流路形成基板10を覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たしている。

【0046】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口21の大きさと、吐出するインク滴の量、吐出

スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口21は数十 $\mu\text{m}$ の直径で精度よく形成する必要がある。

【0047】また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、ノズルプレート20に形成されたインク供給連通口22を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口22を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

【0048】また、共通インク室31に供給されるインクは、ノズルプレート20の共通インク室31に対向する領域に形成されたインク導入口23により供給される。

【0049】共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

【0050】インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口21と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口23と外部のインク供給手段との接続時等に必要剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mmの薄肉壁41としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

【0051】一方、圧力発生室12が形成された流路形成基板10上には、例えば、酸化ジルコニウム( $\text{ZrO}_2$ )等の絶縁層からなる、厚さ1~2 $\mu\text{m}$ の弾性膜50が設けられている。この弾性膜50は、一方の面で圧力発生室12の一壁面を構成している。

【0052】このような弾性膜50の上の各圧力発生室12に相対向する領域には、厚さが例えば、約0.5 $\mu\text{m}$ の下電極膜60と、厚さが例えば、約1 $\mu\text{m}$ の圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1 $\mu\text{m}$ の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体層70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電

体膜70から構成され、両電極への電圧の印可により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる弾性膜とを合わせて圧電アクチュエータと称する。

【0053】ここで、シリコン単結晶板からなる流路形成基板10に圧力発生室12を形成する工程及び、この圧力発生室に対応する領域に圧電素子300を形成するプロセスを図3~図5を参照しながら説明する。なお、図3、図4は、圧力発生室12の幅方向の断面図、図5は、圧力発生室12の長手方向の断面図である。

【0054】まず、図3(a)に示すように、流路形成基板10となるシリコン単結晶板上に、例えば、酸化シリコンからなる所定形状のマスクを用いて異方性エッチングすることにより圧力発生室12を形成する。

【0055】次に、図3(b)に示すように、流路形成基板10に形成された圧力発生室12に犠牲層90を埋め込む。例えば、本実施形態では、流路形成基板10の全面に亘って犠牲層90を圧力発生室12の深さと略同一厚さで形成した後、圧力発生室12以外の犠牲層90をケミカル・メカニカル・ポリッシュ(CMP)により除去することにより形成した。

【0056】このような犠牲層90の材料は、特に限定されないが、例えば、ポリシリコン又はリンドープ酸化シリコン(PSG)等を用いればよく、本実施形態では、エッチングレートが比較的速いPSGを用いた。

【0057】なお、犠牲層90の形成方法は特に限定されず、例えば1 $\mu\text{m}$ 以下の超微粒子をヘリウム(He)等のガスの圧力によって高速で基板に衝突させることにより成膜するいわゆるガスデポジション法あるいはジェットモールドイング法と呼ばれる方法を用いてもよい。この方法では、圧力発生室12に対応する領域のみに犠牲層90を部分的に形成することができる。

【0058】次に、図3(c)に示すように、流路形成基板10及び犠牲層90上に弾性膜50を形成する。例えば、本実施形態では、流路形成基板10上にジルコニウム層を形成後、例えば、500~1200℃の拡散炉で熱酸化して酸化ジルコニウムからなる弾性膜50とした。なお、弾性膜50の材料は、後の犠牲層90を除去する工程でエッチングされない材料であれば特に限定されない。

【0059】次に、各圧力発生室12に対応して弾性膜50上に圧電素子300を形成する。

【0060】圧電素子300を形成する工程としては、まず、図4(a)に示すように、スパッタリングで下電

極膜60を形成する。この下電極膜60の材料としては、白金等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルーゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600～1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金が好適である。

【0061】次に、図4(b)に示すように、圧電体膜70を成膜する。例えば、本実施形態では、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルーゲル法を用いて形成した。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体膜70の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法又はMOD法(有機金属熱塗布分解法)等のスピコート法により成膜してもよい。

【0062】さらに、ゾルーゲル法又はスパッタリング法もしくはMOD法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【0063】何れにしても、このように成膜された圧電体膜70は、パレクの圧電体とは異なり結晶が優先配向しており、且つ本実施形態では、圧電体膜70は、結晶が柱状に形成されている。なお、優先配向とは、結晶の配向方向が無秩序ではなく、特定の結晶面がほぼ一定の方向に向いている状態をいう。また、結晶が柱状の薄膜とは、略円柱体の結晶が中心軸を厚さ方向に略一致させた状態で面方向に亘って集合して薄膜を形成している状態をいう。勿論、優先配向した粒状の結晶で形成された薄膜であってもよい。なお、このように薄膜工程で製造された圧電体膜の厚さは、一般的に0.5～5μmである。

【0064】次に、図4(c)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。

【0065】次いで、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80と一緒にエッチングして下電極膜60の全体パターンをパターンニングした後、図4(d)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80のみをエッチングして圧電体可動部320のパターンニングを行う。

【0066】次に、図5(a)に示すように、少なくとも圧電体膜70を覆うように保護膜100を成膜する。

その後、他方面側から異方性エッチングすることによりインク連通路13、14を形成する。インク連通路13、14を形成する際の異方性エッチングは、インク連通路13、14を垂直な貫通孔とするためにドライエッチングによる形成が望ましい。このインク連通路13、14は、保護膜100を成膜する前、すなわち図4(d)の後に形成しても特に問題はない。

【0067】その後、図5(b)に示すように、インク連通路13、14からウェットエッチングまたは蒸気によるエッチングによって犠牲層90を除去し、その後、保護膜100を除去する。本実施形態では、犠牲層90の材料として、PSGを用いているため、弗酸水溶液によってエッチングした。なお、ポリシリコンを用いた場合には、弗酸及び硝酸の混合水溶液、あるいは水酸化カリウム水溶液によってエッチングすることができる。

【0068】以上のような工程で、圧力発生室12及び圧電素子300が形成される。

【0069】以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングでは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。又、分割した流路形成基板10を、ノズルプレート20、共通インク室形成基板30及びインク室側板40と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0070】このように構成したインクジェット式記録ヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口23からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口21に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口21からインク滴が吐出する。

【0071】このような本実施形態では、各圧力発生室12を、基板を貫通することなしに形成しているので、各圧力発生室12の隔壁の剛性を十分高くすることができ、且つ有効にインク滴を吐出することができる。このため、シリコン単結晶基板厚の制約を受けることなく大口径のシリコンウェハを用いることもでき、ラインプリンターなどの大型ヘッドへの適用も可能となる。

【0072】また、流路形成基板10にノズルプレート20を貼り付ける際、貼り付けに用いられる接着剤が弾性膜50側に流出するのが抑えられるため、弾性膜50の動きを拘束してインク吐出不良が生じることがない。

【0073】さらに、圧力発生室12を形成する際、圧力発生室12の深さをエッチングの時間によって自由に設定でき、合わせて隔壁のコンプライアンスを制御できると共に、製造にかかる時間を減らすことができるので、低コスト製造が実現できる。

【0074】(実施形態2)図6(a)は、実施形態2

に係るインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室の幅方向の断面図、図6 (b) は、図6 (a) のA-A' 断面図である。なお、前述した実施形態で説明したものと同様の機能を有する部材には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0075】図6 (a) に示すように、本実施形態では、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10Aの両面に圧力発生室12Aを形成した例であり、本実施形態では、両面の圧力発生室12Aは互いに相対向しない位置に設けている。

【0076】流路形成基板10Aの圧力発生室12Aに対応する領域には、上述した実施形態1と同様に弾性膜30及び圧電素子300が形成されている。

【0077】また、図6 (b) に示すように、流路形成基板10Aには、両面に形成された弾性膜50にインク供給連通口22Aが形成され、さらに、弾性膜50上に封止基板25、共通インク室形成基板30A、及びインク室側板40Aが順次接合されている。

【0078】封止基板25は、圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態でその空間を密封可能な圧電素子保持部24を有しており、この封止基板25には、弾性膜50のインク供給連通口22Aに対応して、共通インク室31Aから圧力発生室12にインクを供給するインク供給孔26が形成されている。

【0079】さらに、封止板25上には、共通インク室31Aを形成する共通インク室形成基板30A及びインク室側板40Aが形成されており、封止基板25上の略全面が共通インク室31Aとなっている。なお、外部のインク供給手段から共通インク室31Aにインクを供給するインク導入口23Aは、インク室側板40Aに設けるようにした。

【0080】また、圧力発生室12Aは、実施形態1と同様にハーフエッチングをすることにより浅く形成されており、圧力発生室12Aの一端は、流路形成基板10Aの側面まで貫通するように設けられている。この流路形成基板10Aの側面には、圧力発生室12Aと連通するノズル開口21Aが穿設されたノズルプレート20Aが接着剤や熱溶着フィルムを介して接着されている。

【0081】本実施形態では、一つの流路形成基板10Aの両面に圧力発生室12Aを有することから、ヘッドの小型化が可能である。また、このように高密度で圧力発生室12Aを形成しても隔壁の剛性は十分保たれる。

【0082】なお、本実施形態では、流路形成基板10Aの側面側にノズル開口21Aを有するノズルプレート20Aを接合するようにしたが、これに限定されず、例えば、流路形成基板の端部に圧力発生室に連通するノズル開口をハーフエッチングにより形成するようにしてもよい。

【0083】(実施形態3) 図7は、実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【0084】本実施形態は、図7に示すように、ノズル開口21Bを流路形成基板10の圧電素子300と同じ側に設けた例である。

【0085】すなわち、本実施形態では、実施形態2の封止基板25に替わってノズルプレート20Bを接合し、弾性膜50には、ノズル開口21Bと連通するノズル連通口51が形成されている。

【0086】弾性膜50には、共通インク室31Bに連通するインク供給連通口22が設けられており、弾性膜50上には、ノズルプレート20Bが流路形成基板の略全面を覆うように接合されている。

【0087】このようなノズルプレート20Bは、圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態でその空間を密封可能な圧電素子保持部24を有し、インク供給連通口22に対応して、共通インク室31Bから圧力発生室12にインクを供給するインク供給孔26が形成されている。

【0088】また、ノズルプレート20B上のインク室形成基板30B及びインク室側板40Bは、前述した実施形態2と同様である。

【0089】このような構成によっても、勿論、上述の実施形態と同様の効果が得られる。

【0090】(他の実施形態) 以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0091】例えば、上述した実施形態2では、ノズルプレート20を流路形成基板10Aの側面に設けたが、実施形態1においても同様に、ノズルプレート20を流路形成基板10の側面に設けるようにしてもよい。このような構成としても、勿論、上述した実施形態と同様の効果が得られる。

【0092】また、例えば、薄肉部41を別部材としてガラスセラミック製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0093】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0094】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図8は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0095】図8に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、



【0096】そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【発明の効果】このように、本発明では、圧力発生室を浅く形成するため、隔壁の剛性を十分に確保することができ、クロストークを防止することができる。また、圧力発生室の深さを変えることによって、隔壁のコンプライアンスを自由に設定できる。さらに、シリコン単結晶基板の２面に圧力発生室及び圧電素子を形成することによりヘッドの小型化が可能である。

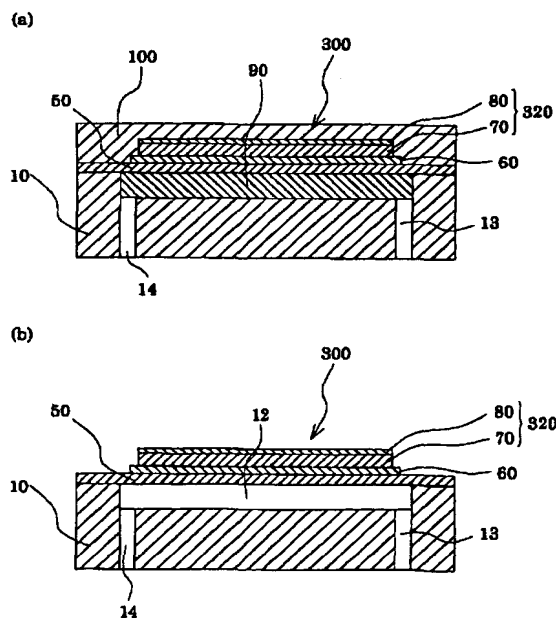
【図１】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図２】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図１の縦断面図及び横断面図である。

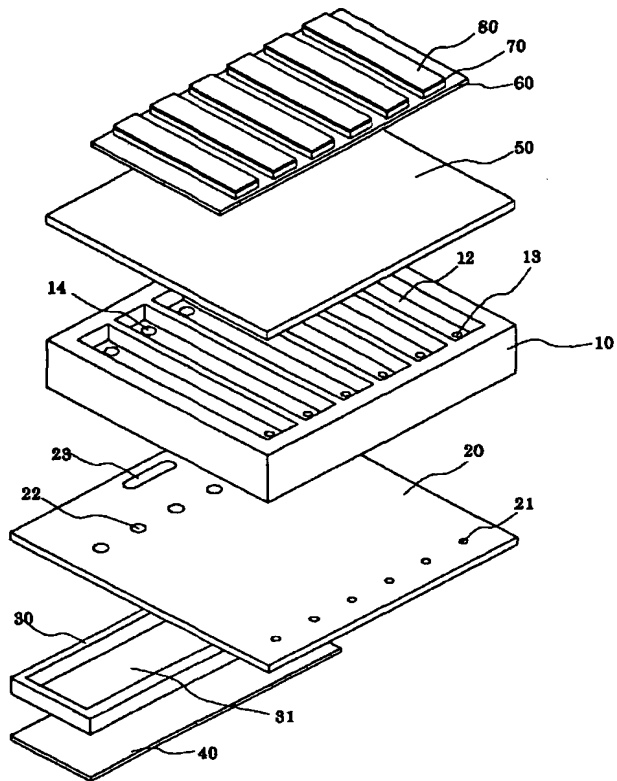
【図 3】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図４】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

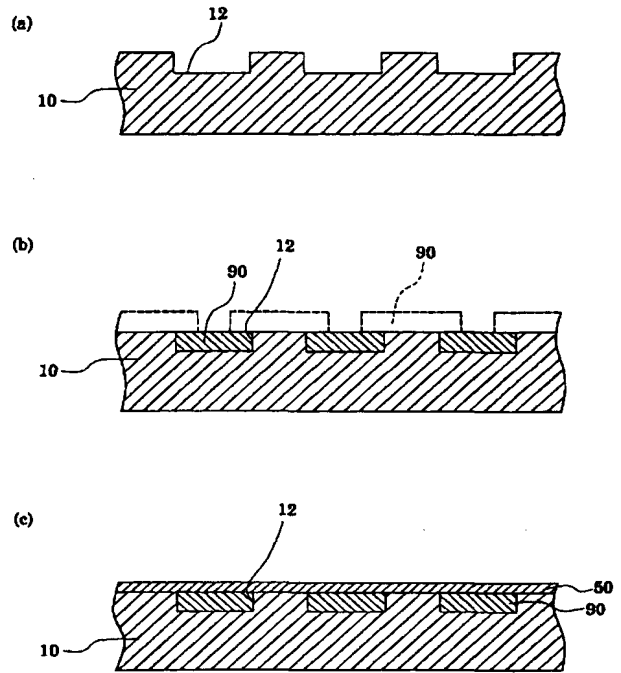
【図5】



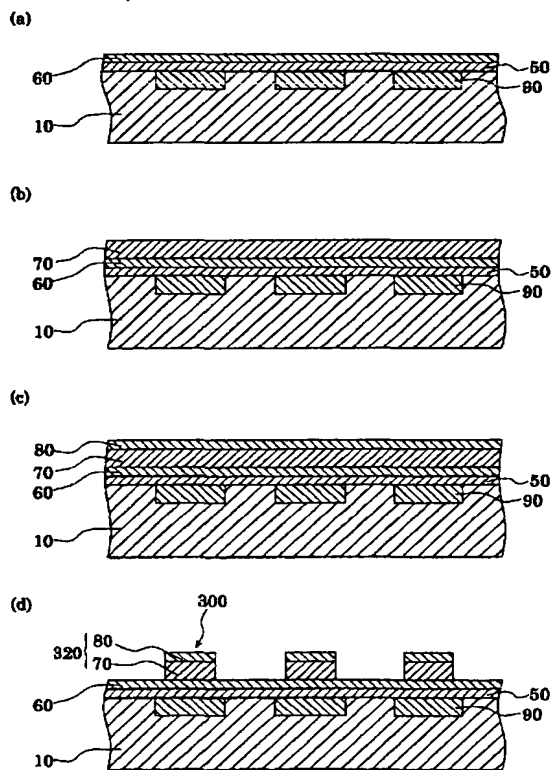
【図1】



【図3】



【図4】



【図6】

